

Opinnäytetyö (AMK)

Energia- ja ympäristötekniikka

2020

Matias Virta

TUOTANTOLAITOKSEN VARAOSIEN KRIITTISYYDEN ARVIOINTI JA VARASTOINTI

– Oy Lunden Ab Jalostaja

Matias Virta

TUOTANTOLAITOKSEN VARAOSIEN KRIITTISYYDEN ARVIOINTI JA VARASTOINTI

- Oy Lunden Ab Jalostaja

Varaosien saatavuus on laitoksen saumattoman käytön kannalta elintärkeää. Laitteen hajoaminen aiheuttaa ylimääräisen seisokin, joka pitkittyy tarpeettomasti, mikäli tarvittavaa varaosaa ei ole saatavilla. Tästä aiheutuu tuotantotappioita yritykselle. Tuotantokatkosten välttämiseksi varaosat voidaan käydä läpi ja määritellä niiden kriittisyys laitoksen toiminnan kannalta. Tämän työn tavoitteena on käydä Oy Lunden Ab Jalostajan tuotantolaitoksen laitteiden varaosat läpi ja selvittää niiden kriittisyys eri kriteerien ja ABC-analyysin avulla. Lisäksi varaosien varastointia ja niiden tunnistamista pyritään parantamaan.

Varaosahuolto on osa kunnossapitoa, ja sitä tarvitaan kaikessa kunnossapidossa. Tässä työssä esitellään ensin hieman kunnossapitoa yleisesti, jonka jälkeen perehdytään tarkemmin itse varaosahuoltoon. Varaosahuollon yhteydessä esitellään erilaisia kriteerejä varaosien kriittisyyden arvioimiselle, minkä lisäksi perehdytään ABC-analyysiin, jolla voidaan luokitella osat tietyn ominaisuuden pohjalta. Varaosahuollon lisäksi työssä perehdytään varaosien varastointiin ja logistiikkaan. Työssä on perehdytty erilaisiin keinoihin varastoinnin ja osien tunnistamisen tehostamiseksi.

Lopputuloksena työlle saatiin lista laitoksen kriittisistä varaosista. Listasta tehtiin sellainen, että se on helposti siirrettävissä laitoksen kunnossapito-ohjelmaan, jolloin varaosien varastotilannetta ja käyttöä on helpompi seurata. Varaosavarastolle tehtiin pohjapiirustus, johon merkittiin hyllypaikat osille. Varasto voidaan siivota ja osat järjestellä hyllypaikoille. Varaosille valittiin tunnusluvut, joiden avulla ne voidaan tunnistaa ja kirjata kunnossapito-ohjelmaan.

ASIASANAT:

ABC-analyysi, Kunnossapito, Varaosa, Varaosahuolto, Varasto

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Energy and environmental technology

2020 | 32 pages, 1 page in appendices

Matias Virta

CRITICALITY EVALUATION AND STORING OF THE PRODUCTION PLANTS SPARE PARTS

- Oy Lunden Ab Jalostaja

The availability of spare parts is vital for the seamless use of a plant. Breakage of a machine causes an extra work stoppage that can prolong unnecessarily if the required spare part is not available. This causes losses in production for the company. To avoid interruptions in production, spare parts can be gone through and their criticality be defined in relation to the operation of the plant. The objective of this work was to go through the spare parts of the machines at the Oy Lunden Ab Jalostaja production plant and find out their criticality through different criteria and ABC-analysis. Furthermore, this work strived to improve the storage and identification of the spare parts.

Spare part service is a part of maintenance and needed in all maintenance. In this work, a general description of maintenance is first presented and then the spare part service itself is studied in more detail. With the spare part service, different criteria are presented for estimating the criticality of the spare parts. Along with these criteria the ABC-analysis is examined, used to classify the spare parts by specific features. In addition to the spare part service, this work focuses on the storage and logistics of the spare parts. Different methods are studied in this work to make the storage and identification of the parts more effective.

As the outcome of this work, a list of the critical spare parts of the plant was devised. The list was made so that it can easily be transferred to the maintenance program, making it is easier to follow the storage situation and spare part usage. A ground plan was made for the storage facility in which shelf positions were marked for the spare parts. The storage can be cleaned and the parts arranged on the shelves. An identification number was assigned for each spare part to allow for identification and registration in the maintenance program.

KEYWORDS:

ABC-analysis, Maintenance, Spare part, Spare parts service, Storage

SISÄLTÖ

| | |
|---|-----------|
| 1 JOHDANTO | 7 |
| 2 KUNNOSSAPITO | 8 |
| 2.1 Kunnossapitolajit | 8 |
| 2.1.1 Ehkäisevä kunnossapito | 9 |
| 2.1.2 Korjaava kunnossapito | 11 |
| 2.1.3 Parantaminen | 12 |
| 2.2 Kunnossapidon dokumentointi | 13 |
| 3 VARAOSAHUOLTO | 14 |
| 3.1 Varaosien tarve | 15 |
| 3.2 Varaosien kriittisyyden määrittäminen | 17 |
| 3.3 ABC-analyysi | 17 |
| 4 VARASTO | 19 |
| 4.1 Varaston järjestely ja 5S-menetelmä | 20 |
| 4.2 Varastokirjanpito | 22 |
| 4.3 Varaosien tunnistaminen | 24 |
| 5 TOTEUTUS | 25 |
| 5.1 ABC-analyysit | 25 |
| 5.2 Materiaalilogistiikka | 28 |
| 6 TULOSTEN TARKASTELU | 30 |
| LÄHTEET | 32 |

LIITTEET

Liite 1. Varaston pohjapiirustus.

KUVAT

| | |
|---|----|
| Kuva 1. Kunnossapitolajit (SFS-EN 13306:2017, 22). | 9 |
| Kuva 2. Ennakkohuollon kuvaaja (Aalto 1994, 26; Järviö & Lehtiö 2017, 102). | 11 |

KUVIOT

| | |
|---|----|
| Kuvio 1. Majoneesilinjan osien ABC-jakauma. | 27 |
| Kuvio 2. Kutterin osien ABC-jakauma. | 27 |

TAULUKOT

| | |
|--|----|
| Taulukko 1. Varaosien tarpeen arviointi (Heinonkoski 2013, 233). | 16 |
| Taulukko 2. Varaosien varastointi (Heinonkoski 2013, 234). | 19 |

SANASTO

| | |
|---------------|---|
| Kohde | Osa, komponentti, laite, alijärjestelmä, toiminnallinen yksikkö, laitteisto tai järjestelmä, joka voidaan käsittää erillisenä, ja jota voidaan tarkastella erillisenä (SFS-EN 13306:2017, 6). |
| Materiaali | Tarkoittaa yleisesti kaikkia kunnossapidon käyttämiä varaosia, komponentteja, aineita ja tarvikkeita (Järviö ym. 2007, 197). |
| MTBF | Vikaantumisien välisten aikojen keskiarvo (SFS-EN 13306:2017, 21). |
| Seisokki | Seisokilla tarkoitetaan tuotantoprosessin pysähtymistä tai hallittua pysäyttämistä käyttöaikana (PSK 6201:2011, 21). |
| Varaosa | Varalla pidettävä laitteeseen asennetun osan korvaava osa (PSK 6201:2011, 18). |
| Vikaantuminen | Kohde menettää kyvyn suorittaa vaadittua toimintaa (SFS-EN 13306:2017, 10). |

1 JOHDANTO

Tämän työn aiheena on varaosien kriittisyyskartoitus ja varaosien varastoinnin parantaminen Oy Lunden Ab Jalostajalle. Aihe valikoitui sillä perusteella, että kyseisellä yrityksellä oli tarvetta varaosien läpikäymiselle ja niiden kriittisyyden määrittämiselle. Työn alkuvaiheessa laitoksella aiheutui noin viikon mittainen seisokki eräällä tuotantolinjalla, koska tarvittavaa varaosaa ei ollut saatavilla nopeasti. Turhat seisokit aiheuttavat tuotantotappioita yritykselle ja niiden välttämiseksi onkin tärkeää tunnistaa varaosat, jotka tarvitaan. Yllättävät seikat voivat vaikuttaa varaosien saatavuuteen, jonka vuoksi laitoksen on hyvä olla omavarainen kriittisten osien suhteen. Keväällä 2020 kiertänyt koronavirusepidemia on aiheuttanut tehtaiden sulkemisia ympäri maailman (Näveri 2020). Tehtaiden sulkeminen taas aiheuttaa epävarmuutta myös varaosien tuotantoon ja saatavuuteen.

Oy Lunden Ab Jalostaja on turkulainen elintarviketeollisuuden yritys. Yrityksen tuotanto jakautuu teollisiin elintarvikkeisiin ja tuoreruokaan. (Jalostaja 2020.) Työn kohteena on Oy Lunden Ab Jalostajan tuotantolaitos, joka on jaettu kolmeen eri tuotantolinjaan, jotka ovat: tuoretehdas, sinappilinja ja säilyketehdas. Tämän työn kohdalla päädyttiin rajaamaan selvitys tuoretehtaaseen ja sinappilinjaan. Säilyketehtaalle voidaan tehdä samalla tavalla selvitykset tämän opinnäytetyön ja kunnossapidon henkilökunnan kanssa tehtyjen ABC-analyysien pohjalta.

Läpikäytävillä linjoilla on laitteita noin 200. Laitteille on varaosia kunnossapidon varaosavarastossa. Varaosat on kirjattu puutteellisesti ylös, eikä ole varmuutta, onko siellä tuotannolle tarpeelliset osat. Työn tavoitteena on selvittää ABC-analyysien ja muiden varaosien kriittisyyden arvioinnin kriteerien avulla tuotannolle tarpeelliset varaosat ja koostaa niistä lista. Laitoksella on käytössä Arrow-kunnossapitojärjestelmä, johon osat voidaan kirjata. Toinen työn tavoitteista on selkiyttää varaosien kirjaamista ja varastointia nykyisestä.

Työn lähdeaineistona toimii kunnossapidon kirjallisuus ja standardit, sillä varaosahuolto on keskeinen osa kunnossapitoa. Ensin työssä käsitellään kunnossapitoa ja varaosahuoltoa. Varaosahuollon yhteydessä tuodaan esille erilaisia menetelmiä, joilla voidaan määritellä osien kriittisyyttä. Lopuksi perehdytään vielä kunnossapidon materiaali-logistiikkaan, jonka avulla voidaan parantaa varaosien hankintaa ja varastointia.

2 KUNNOSSAPITO

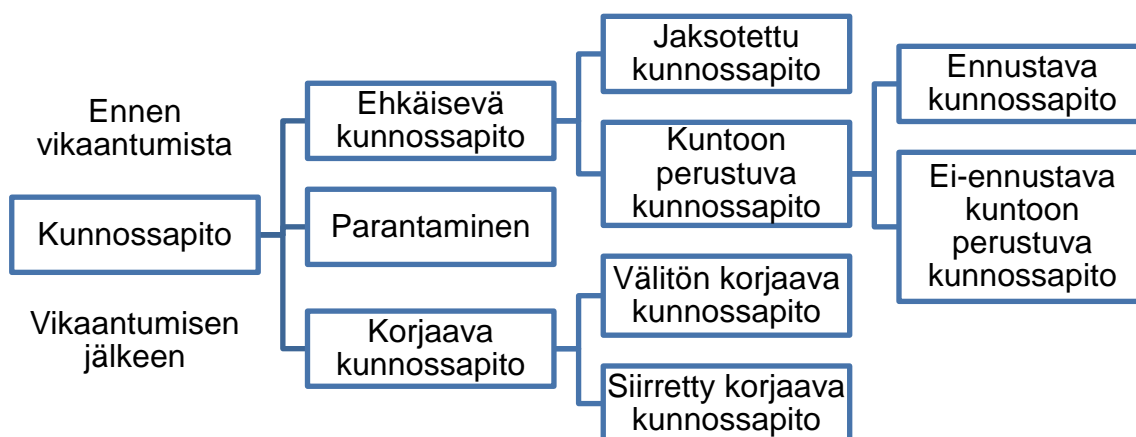
Ensimmäisenä kunnossapidosta tulee mieleen laitteiden korjaaminen ja niiden pitämiseen toimintakuntoisina, mutta se on vain pieni osa kunnossapidon toiminnoista. Kunnossapidosta on laadittu standardit SFS-EN 13306:2017 ja PSK 6201, joissa määritellään kunnossapidon käsitteet. Kunnossapito määritellään SFS-EN 13306 standardissa seuraavasti: ”Kaikki kohteen elinjakson aikaiset tekniset, hallinnolliset ja liikkeenjohdolliset toimenpiteet, joiden tarkoituksena on ylläpitää tai palauttaa kohteen toimintakyky sellaiseksi, että kohde pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon” (SFS-EN 13306:2017, 5).

Kunnossapidolla pidennetään omaisuuden käytettävyyttä. Kunnossapidolla on suuri merkitys yrityksen taloudelliseen tulokseen ja sen osuus yrityksen liikevaihdosta on 5–20 %. Tehtävän kunnossapidon määrään vaikuttaa kunnossapidon tarve, johon vaikuttaa usea eri seikka. Tuotannon kannalta tärkeät laitteet ja monimutkaiset laitteet tarvitsevat enemmän kunnossapitoa kuin muut laitteet. Laitteen käyttöolosuhteet ja -ympäristö sekä kohteen kuormitus ja käyttöaika vaikuttavat laitteen kulumiseen, joka lisää kunnossapidon tarvetta. Laatu-, turvallisuus- ja ympäristövaatimukset asettavat laitteille vaatimuksia, jotka niiden tulee täyttää ja kunnossapidolla varmistetaan, että vaatimuksissa pysytään. Tietyille laitteille on oltava huoltosuunnitelmat ja niiden toimintaa on seurattava viranomaisten määräyksestä. Kunnossapidontarpeeseen voidaan vaikuttaa etukäteen suunnittelemalla ja jälkikäteen parantamalla laitteita, toimintoja tai valmistusprosessia. (Heinonkoski 2013, 12–14.)

Kuten jo edellä on määritelty, kunnossapito on kohteen toimintakyvyn ylläpitämistä. Laitteelle on tietyt vaatimukset, jotka sen tulee täyttää ja sille tehdään toimenpiteitä, joilla varmistetaan, että näin myös tapahtuu. Toimintakykyä voidaan ylläpitää monella eri tavalla, joita käsitellään seuraavissa kappaleissa.

2.1 Kunnossapitolajit

Kunnossapitoa on monenlaista riippuen siitä, miten ja millä hetkellä kunnossapitoa tehdään. SFS-EN 13306 jakaa kunnossapidon sen mukaan, tehdäänkö sitä ennen vikaantumista vai sen jälkeen. Parantaminen on oma kohtansa, jota voidaan tehdä vikaantumista riippumatta. Alla olevassa kuvassa (Kuva 1) on esitetty eri kunnossapitolajit standardin SFS-EN 13306 mukaan.



Kuva 1. Kunnossapitolajit (SFS-EN 13306:2017, 22).

Kuvasta 1 nähdään, että kunnossapidon päälaajat ovat: ehkäisevä kunnossapito, korjaava kunnossapito ja parantaminen. Niitä on lajiteltu edelleen erilaisiin lajeihin toimintatapojen mukaan. Seuraavissa kappaleissa käydään tarkemmin läpi edellä mainitut kunnossapidonlajit.

2.1.1 Ehkäisevä kunnossapito

Ehkäisevä kunnossapito on "Kunnossapito, jonka tarkoituksena on arvioida ja/tai vähentää kohteen heikentymistä ja vikaantumisen todennäköisyyttä" (SFS-EN 13306:2017, 13). Ehkäisevän kunnossapidon alle kuuluvat termit jaksotettu kunnossapito ja kuntoon perustuva kunnossapito. Jaksotettua kunnossapitoa tehdään, vaikka ei olisi havaintoa laitteen toiminnan huononemisesta ja kuntoon perustuvaa kunnossapitoa, kun on havainto huononemisesta (SFS-EN 13306:2017, 22).

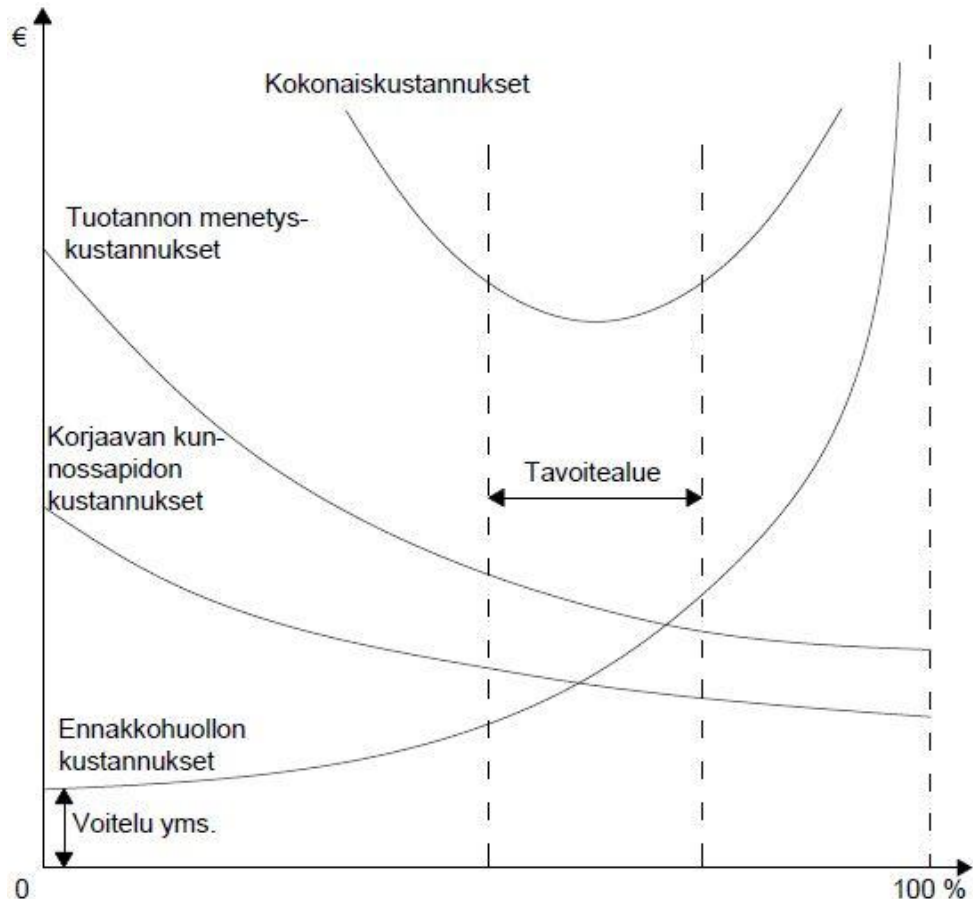
Jaksotettu kunnossapito on "Ehkäisevää kunnossapitoa, joka tehdään ennalta määritettyjen aikajaksojen tai käytön määrän mukaan, mutta ilman edeltävää toimintakunnon tutkimusta" (SFS-EN 13306:2017, 14). Kuntoon perustuva kunnossapito taas on "Ehkäisevää kunnossapitoa, joka sisältää fyysisen tilan arviointia ja analyysia sekä mahdollisesti niiden johdosta suoritettavia kunnossapitotoimenpiteitä" (SFS-EN 13306:2017, 14).

Kuntoon perustuva kunnossapito on jaettu vielä ennustavaan ja ei-ennustavaan kuntoon perustuvaan kunnossapitoon. Ennustava kunnossapito on ”Kuntoon perustuvaa kunnossapitoa, jota toteutetaan perustuen ennusteisiin, joita saadaan toistuvista analyysistä ja tunnetuista tunnusmerkeistä sekä tarkastelemalla kohteen huononemista kuvaavia olennaisia arvoja” (SFS-EN 13306:2017, 14). Ei-ennustavaa kuntoon perustuvaa kunnossapitoa tehdään ilman ennusteisiin turvautumista.

Ehkäisevään kunnossapitoon kuuluu myös perushuolto, joka määritellään seuraavasti: ”Laaja ehkäisevän kunnossapidon toimenpidekokonaisuus, joilla ylläpidetään kohteen vaadittu suorituskky” (SFS-EN 13306:2017, 16). Perushuoltoa voidaan tehdä joko ennalta määrätyn aikavälein tai käyttömäärään perustuen ja se voi edellyttää kohteen osittaista tai täydellistä purkamista (SFS-EN 13306:2017, 16).

Ehkäisevän kunnossapidon tehokkuus määrittelee, kuinka hyvin tehtävät kunnossapitotoimet voidaan suunnitella ja aikatauluttaa etukäteen. Hyvässä kunnossapidossa tiedetäänkin noin 80 % tulevista töistä jo kolme viikkoa etukäteen. Näin ehditään suunnitella toimenpiteet niin, että ne haittaavat tuotantoa mahdollisimman vähän ja hankkia varaosat ja materiaalit työtä varten. Resurssien käyttö tehostuu ja laitteiden vikaantumista saadaan hallintaan. (Järviö & Lehtiö 2017, 101–104.) Ehkäisevää kunnossapitoa varten ei ole välttämätöntä pitää materiaaleja varastossa, sillä työt suunnitellaan etukäteen, mutta esimerkiksi usein tarvittavia materiaaleja on hyvä olla. Ehkäisevä kunnossapito vähentää laitteiden vikaantumista, joka vähentää varaosien tarvetta.

Ehkäisevää kunnossapitoa kannattaa tehdä, kun sen kustannukset pysyvät pienempinä, kuin sen puutteen aiheuttamat tappiot. Ehkäisevä kunnossapito on huomattavasti halvempi tapa toimia, kuin korjaava kunnossapito. Ennakkohuolto-ohjelmilla pyritään vähentämään korjaavaa kunnossapitoa. (Järviö & Lehtiö 2017, 102–107.) Alla oleva kuva (Kuva 2) havainnollistaa ehkäisevän ja korjaavan kunnossapidon vaikutusta toisiinsa. Niiden suhteelle on optimaalinen alue, jolloin taloudelliset kustannukset ovat pienimmät. (Aalto 1994, 26.)



Kuva 2. Ennakkohuollon kuvaaja (Aalto 1994, 26; Järviö & Lehtiö 2017, 102).

Kuvasta 2 nähdään, että mitä enemmän ennakkohuoltoa tehdään, sitä vähemmän joudutaan tekemään korjaavaa kunnossapitoa. Korjaavaa kunnossapitoa ei kuitenkaan voida poistaa kokonaan, sillä kaikkia kohteiden vikaantumisia ei voida mitenkään ennustaa. Lisäksi ennakkohuollon kustannukset kasvavat liikaa ilman että ne parantavat tilannetta enää merkittävästi.

2.1.2 Korjaava kunnossapito

Korjaava kunnossapito on: ”kunnossapitoa, jota tehdään vian havaitsemisen jälkeen tavoitteena palauttaa kohde tilaan, jossa se voi toteuttaa vaaditun toiminnon” (SFS-EN 13306:2017, 14). Korjaava kunnossapito on jaettu siirrettyyn ja välittömään korjaavaan kunnossapitoon. Siirretty korjaava kunnossapito on: ”korjaavaa kunnossapitoa, jota ei suoriteta välittömästi vian havaitsemisen jälkeen, vaan sitä viivästetään sallituissa puitteissa” (SFS-EN 13306:2017, 15). Välitön korjaava kunnossapito on: ”korjaavaa

kunnossapitoa, joka suoritetaan heti vian havaitsemisen jälkeen, jotta välttyttäisiin haitallisilta seurauksilta” (SFS-EN 13306:2017, 15).

Korjaavaa kunnossapitoa tehdään vasta kohteen vikaannuttua, joten se aiheuttaa enemmän kustannuksia kuin ehkäisevä kunnossapito. Tuotantotappioiden minimoimiseksi korjaavaan kunnossapitoon tarvittavat varaosat olisi hyvä olla saatavilla mahdollisimman nopeasti ja tärkeimmät varaosat tulisi olla omassa varastossa.

2.1.3 Parantaminen

Parantamisesta voidaan käyttää myös nimitystä parantava kunnossapito. ”Parantavan kunnossapidon tarkoituksena on parantaa kohteen luotettavuutta ja/tai kunnossapidettävyyttä muuttamatta kohteen toimintoa” (PSK 6201:2011, 23). SFS-EN 13306:ssa on kolme termiä, jotka voidaan luokitella kohteen parantamiseksi:

- Parantaminen: ”yhdistelmä kaikista teknisistä, hallinnollisista ja liikkeenjohdollisista toimenpiteistä, joilla on tarkoitus parantaa kohteen toimintavarmuutta ja/tai kunnossapidettävyyttä ja/tai turvallisuutta ilman, että alkuperäinen toiminto muuttuu” (SFS-EN 13306:2017, 14).
- Muuttaminen: ”yhdistelmä kaikista teknisistä, hallinnollisista ja liikkeenjohdollisista toimenpiteistä, joilla muutetaan yhtä tai useampaa kohteen toimintoa” (SFS-EN 13306:2017, 14).
- Modernisointi: ”kohteen muuttaminen tai parantaminen huomioiden teknologiset edut, ja pyrkien täyttämään uudet tai muuttuneet vaatimukset” (SFS-EN 13306:2017, 14).

Kaikissa kolmessa muutetaan tai parannetaan kohdetta vastaamaan paremmin laitoksen nykyistä tarvetta. Kun kohteeseen tehdään muutoksia siihen ei enää käy välttämättä samat varaosat, minkä lisäksi käyttöohjeet eivät enää vastaa kohdetta. On tärkeää, että parantamisessa tehdyt muutokset dokumentoidaan hyvin, jotta ne voidaan ottaa huomioon jatkossa.

2.2 Kunnossapidon dokumentointi

Kunnossapidon dokumentointia voidaan tehdä paperilla, kunnossapidon tietojärjestelmällä, erillisellä dokumentointijärjestelmällä ja CAD- eli suunnittelujärjestelmällä. Dokumentoinnissa tallennetaan huolto- ja käyttöohjeita arkistoihin. Muita tarvittavia dokumentteja ovat laitoksen ja laitteiden layout piirustukset, laitteiden tekniset erittelyt, osaja komponenttiluettelot sekä erilaiset kaaviot. Varaosien valintaa ja hakemista varten on saatavilla erilaisia osto-oppaita, joihin on ryhmitelty hakemistoja laitteiden ja komponenttien käyttötarkoitusten mukaisesti. (Heinonkoski 2013, 241–243.)

Kunnossapito- ja ennakkohuoltosuunnitelmien laadinnassa hyödynnetään kunnossapidon tietojärjestelmää ja laitteille tehty kunnossapitotyöt kirjataan tietojärjestelmän laitekorteille. Työsuunnitelmat tehdään erilaisten dokumenttien perusteella. Hyvä dokumentointi on huollon tärkeimpiä työvälineitä, ja sen arvo tulee esiin vikatilanteissa, joissa pitäisi saada mahdollisimman paljon tietoa nopeasti. Dokumentointi helpottaa vian löytymistä, rajaa käsiteltävää aluetta, kertoo yksityiskohtia, siirtää kokemustietoa ja lisää työturvallisuutta. (Heinonkoski 2013, 240.)

Jalostajan tuotantolaitoksella on käytössä ARROW Maint kunnossapitojärjestelmä. ARROW Engineeringin (2020) mukaan Maint on järjestelmä, jota käytetään kunnossapidon hallintaan ja kehittämiseen.

ARROW Maint-perusjärjestelmään kuuluvat:

- Töiden hallinta
- Laiterekisteri
- Varaosat
- Tuotannon työpyyntö
- Toimittajat
- Analysointi (ARROW Engineering 2020).

Arrowin avulla voidaan kirjata ja suunnitella kunnossapitotyöt, jolloin voidaan seurata mitä töitä on tulossa. Kirjattuja töitä voidaan tarkastella jälkeenpäin, mikä antaa tietoa laitteiden erilaisista vikaantumisista. Järjestelmään voidaan kirjata laitteet laiterekisteriin, mikä nopeuttaa töiden kirjaamista. Lisäksi järjestelmä sisältää varaosaohjelman, johon laitoksen varaosat voidaan kirjata. Varaosaohjelma nopeuttaa osien kirjaamista töihin, minkä lisäksi lista varaosista on kaikkien saatavilla.

3 VARAOSAHUOLTO

”Kaikki kunnossapitomenetelmät tukeutuvat hyvään varaosahuoltoon” (Heinonkoski 2013, 233). Laitteiden käyttö aiheuttaa kulumista ja laiterikkoja. Laiterikkoja esiintyy enemmän silloin, kun laitteita käytetään paljon, jolloin myös tuotannon tarve on suurimmillaan. Varaosahuollon tarkoitus on ylläpitää laitteiden toimintaa ja toimittaa niihin tarvittavat varaosat. (Heinonkoski 2013, 233.)

Kunnossapidolla on oma materiaalilogistiikkansa, johon kuuluu materiaaliarpeen ennustaminen ja määrittely, hankintatoiminta, varastotoiminta, tietojärjestelmien tiedon ylläpito ja laitteiden osien nimiketietojen päivittäminen. (Järviö ym. 2007, 202–203). Heinonkoski käyttää samasta asiasta termiä varaosahuolto. Varaosahuoltoon kuuluu varaosien määrittelyä tuotannolle kriittisten laitteiden perusteella, osien hankintaa, nimeämistä, tarkastamista ja tarkentamista, varastointiteknikkaa ja logistiikkaa, jakelua, materiaalin käsittelyä, seurantaa ja arviointia (Heinonkoski 2013, 234). Aihe on jaettu niin, että tässä luvussa käsitellään varaosia ja seuraavassa niiden varastointia ja logistiikkaa.

Varaosat ovat usein kalliita ja koko laitteiston rakentaminen niistä tulisi paljon kalliimmaksi kuin uuden laitteiston ostaminen. Varaosat voivat myös olla kauan varastossa ja yleensä pienosien käsittely ja kuljetus maksaa paljon. Varaosien kustannuksia pohdittaessa, niiden kustannuksia voidaan verrata mahdollisiin seisokkikustannuksiin. (Heinonkoski 2013, 236.) Lähes jokaiselle laitteelle ja sen osalle on saatavissa varaosa. Varaosien kustannusten takia laitoksen varaosia onkin kartoitettava ja selvitettävä niistä tuotannon kannalta tarpeelliset.

Varaosien puutteen aiheuttamista kustannuksista hyvä esimerkki on Jalostajan laitoksella sattunut laitteen rikkoutumisesta aiheutunut seisokki. Majoneesin tuotantolinjalla hajonnut näyttö keskeytti tuotannon pidemmäksi aikaa, koska osaa ei ollut saatavilla välittömästi vaan vasta noin viikon päästä. Osan arvo oli noin tuhat euroa, kun taas sen aiheuttamat tuotantotappiot olivat kymmeniä tuhansia euroja. Majoneesilinja on laitoksen tärkeimpiä linjoja, jossa valmistetaan majoneesia myös muilla linjoilla käytettäväksi. Näytön hajoaminen uhkasi sulkea muitakin linjoja. Majoneesia pystyttiin valmistamaan käsin, mutta määrät jäivät niin paljon pienemmiksi, että se riitti vain muiden linjojen tarpeisiin. Majoneesilinjan näyttö on esimerkki kriittisestä varaosasta.

Kriittiset varaosat ovat tuotannon toiminnan kannalta niin oleellisia osia, että ne on oltava nopeasti saatavilla häiriötilanteen sattuessa (PSK 6201:2011, 18). Kriittisten osien lisäksi on hyvä olla saatavilla erilaisia kulutusosia. Kulutusosat ovat kertakäyttöisiä materiaaleja tai tarvikkeita, jotka vaihdetaan uusiin tietyin määraajoin tai materiaalin kulumisen johdosta (PSK 6201:2011, 19). Varmistavat varaosat ovat osia, joita ei normaalisti tarvita laitteen elinaikana, mutta niiden rikkoutuminen voi aiheuttaa pitkän seisokkiajan (SFS-EN 13306:2017, 7). Edellä mainitut osat tulisivin varastoida joko laitoksen omassa varasavarastossa tai varmistaa niiden saatavuus muuten.

3.1 Varaosien tarve

Tuotantolaitoksen laitteet ja kalusto voivat sisältää satoja tuhansia erilaisia materiaalinimikkeitä. Tämän takia myös materiaalin toimittajia on paljon. Laitteiden erilaisuus ja erikäisyys lisää nimikkeiden määrää ja niiden toimittajien määrää. (Järviö ym. 2007, 199.) Varaosat ovat usein kalliita ja ne kasvattavat yrityksen pääomaa, joten kaikkiin koneisiin ja kaikille osille ei kannata hankkia varaosia (Heinonkoski 2013, 234).

Etusijalla ovat tuotteiden valmistukseen käytettävät laitteistot ja laitteet, joiden seisokit voivat aiheuttaa toimitusvaikeuksia. Näille laitteille tulee hankkia varaosat, varalaitteet tai varakoneet. Rinnakkaisten ajotilanteiden ja ristikkäisajojen mahdollisuus tulee myös selvittää. (Heinonkoski 2013, 234.) Laitoksella on joitakin samankaltaisia laitteita, jolloin toista laitetta voidaan käyttää toisen rikkoutuessa tai toista huollettaessa. Tuotanto on useimmissa tapauksissa mitoitettu molemmille laitteille, mutta näin voidaan pienentää tappioita, mikäli toinen rikkoutuu yllättäen. Joillekin laitteille on myös varalaitteet.

Liiallinen materiaalien ylivarastointi on kallista. Logistiikan hallinta edellyttää jatkuvaa varastoinnin ja hankintojen suunnittelua. Suunnittelussa huomioidaan nimikkeen vaikutus laitteen toimintaan, ympäristö ja turvallisuusvaatimusten aiheuttama kriittisyys, materiaalin saatavuus, hinta, varastointivaatimukset ja säilyvyys. (Järviö ym. 2007, 209.) Alle on koottu taulukko (Taulukko 1) mukaillen Heinonkosken kuvaa varaosien tarpeen arvioimisesta.

Taulukko 1. Varaosien tarpeen arviointi (Heinonkoski 2013, 233).

| Mitkä | Miten arvioin |
|-------------------------------|---|
| Varautumisen varaosat | <ul style="list-style-type: none"> - Ei yhtään tai vähän kulutusta - Vaikea ennustaa - Kalliita hankkia - Jos puuttuu, niin tulee erittäin kalliiksi - Pitkät toimitusajat |
| Kulutus varaosat | <ul style="list-style-type: none"> - Epäsäännöllinen kulutus - Tärkeät koneet - Tarve tiedetään - Jos puuttuu, niin tulee melko kalliiksi |
| Materiaalit kulutuksen mukaan | <ul style="list-style-type: none"> - Tarve seuraa tuotannon määrää - Tarve tunnetaan melko hyvin - Melko korkea kulutus |

Taulukosta 1 nähdään miten varaosien tarvetta voi arvioida ja perustella. Varautumisen varaosat ovat kalliita osia, joiden tarpeesta ei välttämättä edes tiedetä ennen kuin ne rikkoutuvat. Niillä on pitkät toimitusajat ja niiden puuttuminen aiheuttaa suuria kustannuksia. Tällaisten osien määrittely voi olla haastavaa, mutta ne kannattaa määritellä seisokkien välttämiseksi. Kulutus varaosat ovat osia, joiden tarve tiedetään mutta niiden kulutus on epäsäännöllistä. Niiden puuttuminen aiheuttaa kustannuksia, mutta koska niiden tarve tiedetään, on niiden hankkiminen varastoon helppoa ja perusteltua. Materiaalien, joita käytetään kulutuksen mukaan, kulutus seuraa tuotannon määrää. Kulutus on melko korkea, mutta sen tarve tunnetaan ja ne on helppo hankkia varastoon. Tuotantoa suunnitellessa voidaan ottaa huomioon myös näiden materiaalien kulutuksen muutos ja varautua siihen.

Kunnossapidon materiaalilogistiikan ennakointi edellyttää aktiivista materiaalitarpeen ennustamista, materiaalinimikkeiden tietojen ja kulutuksen seuraamista, laitekorttien tiedon ylläpitoa, kunnossapitohistorian ja -suunnitelmien ylläpitoa, toimitusverkoston tunte-
musta ja toimitustapojen ennakkosuunnittelua. Toimitusten suunnittelulla pyritään varmistamaan nopeat toimitukset yllättävissäkin tilanteissa. Tuotantolaitteiden vikaantumis-
mista ei voida aina tunnistaa etukäteen. (Järviö ym. 2007, 201.)

Materiaalitarpeen ennustaminen on varastointi- ja ostotoiminnan suunnittelun edellytys. Ennustaminen perustuu mitattuun ja arvioituun lähtötietoon, jonka avulla voidaan

tunnistaa tulevaa materiaalitavetta. Kunnossapidon asentajien ja toimihenkilöiden tehtävänä on materiaalitavteen ennustamiseen tarvittavan tiedon mittaaminen, kerääminen ja kirjaaminen. Ennusteita laaditaan järjestelmistä saatavien kulutustietojen, kunnonvalvonnan, ennakkovaltuosuunnitelmien, tuotantosuunnitelmien ja osien oletettavan rasiuksen ja niiden keston mukaan. (Järviö ym. 2007, 205.)

3.2 Varaosien kriittisyyden määrittäminen

Yhdellä laitteella voi olla satoja varaosia, eikä niitä kaikkia voida mitenkään pitää varastossa. Varastoitavat varaosat tulee valita jotenkin. Heinonkosken (2013, 235) mukaan varaosien valinnassa käytettäviä kriteerejä voivat olla:

- *laitteiden kriittisyys ja rakenne*
- *laitteiden ja järjestelmien väliset kytkennät*
- *käytettävät materiaalit*
- *laitetoimittajan antamat varaosien suositusluettelot*
- *tekniset tiedot*
- *luotettavuuslaskennan tulokset, laitevalmistajan ilmoittamat MTBF-arvot ja tilastot*
- *käyttö- ja huolto-ohjeet*
- *kokoonpanopiirustukset ja mitoitus tiedot.*

Edellä mainittujen lisäksi myös dokumentointia ja kunnossapitojärjestelmän historiatietoja voidaan käyttää apuna valinnassa (Heinonkoski 2013, 235). Varaosien tarpeellisuutta voidaan arvioida kattavasti edellä mainittujen kriteerien avulla. Näiden lisäksi osien tarpeellisuutta voidaan arvioida ABC-analyysin avulla.

3.3 ABC-analyysi

”ABC-analyysillä tarkoitetaan tuotenimikkeiden luokittelua esimerkiksi niiden rahamääräisen myynnin tai kulutuksen mukaan.” (Pastinen ym. 2003, 80). Analyysi perustuu ns. 20–80-sääntöön, joka tarkoittaa esimerkiksi, että 20 % nimikkeistä tuo 80 % myynnistä tai 80 % varaston arvosta muodostuu 20 % varastoitavista nimikkeistä. Analyysissä tuotenimikkeet luokitellaan niiden euromääräisen myynnin tai kulutuksen mukaan kolmesta viiteen eri luokkaan. (Pastinen ym. 2003, 80, 163.)

PSK 6201 standardi määrittelee ABC-analyysin seuraavasti: "Varastonimikkeet asetetaan tärkeysjärjestykseen esim. niiden hinnan, kriittisyyden tai jonkin muun tarkasteltavan ominaisuuden mukaan (A-, B- ja C-tuotteet)." (PSK 6201:2011, 19). Varaosien kohdalla on järkevämpää käyttää hinnan sijasta kriteerinä kriittisyyttä, sillä varaosien kulutus on epäsäännöllistä ja halvatkin osat voivat pysäyttää tuotannon.

Tässä työssä ABC-analyysit tehtiin osien kriittisyyden mukaisesti. Luokitteluna käytettiin seuraavaa. A-osiin kuuluivat laitekohtaiset erityisosat, sekä laitteen toiminnalle välttämättömät komponentit. B-osiin luokiteltiin osat, jotka ovat oleellisia koneen toiminnalle, mutta ne ovat niin sanotusti tavallisia varaosia, joita saadaan läheisiltä toimittajilta. B-osiin luokiteltiin myös osat, jotka olisi hyvä olla varastossa, mutta jotka eivät ole välttämättömiä. C-osat määriteltiin koskemaan kaikkia loppuja osia. Nämä osat olivat joko hyvin tavallisia ja helposti saatavia osia, kuten pultit ja mutterit, tai sitten osia, jotka tuskin rikkoutuvat ja rikkoutuessaankaan eivät suoranaisesti vaikuta laitteen toimintaan.

4 VARASTO

Kunnossapidossa tarvittavat materiaalit pidetään kunnossapidon varastossa. Varasavarasto on joko keskitetty tai se sijaitsee lähellä käyttöpaikkaa. Varaston vastuualueet on sovittu ja sille on nimetty vastuuhenkilöt valvomaan varastoa, ostoja ja työkaluja. (Heinonkoski 2013, 203–204.) Varastologistiikkaan kuuluvia tehtäviä ovat toimituksien vastaanottaminen ja tarkastaminen, toimitusten purkaminen ja hyllyttäminen, varastokirjanpito, varastoinventaario, varaston perustietojen ylläpito sekä varaston siisteyden ja järjestyksen ylläpito. (Järviö ym. 2007, 209.)

Varaosien saatavuudella tarvittavalla hetkellä on merkittävä vaikutus laitteiston kunnostamiseen ja sen käyttöön palauttamiseen. (Heinonkoski 2013, 148). Logistiikan sujuvuus vaikuttaa suoraan toiminnan tehokkuuteen. Viiveet materiaalien, käyttötarvikkeiden ja varaosien toimituksissa pidentävät seisokkiaikoja. (Järviö & Lehtiö 2017, 16.) Aiemmin mainittu koronavirus aiheuttaa viivästyksiä ja kustannuksia osien hankinnassa. Keskuskauppakamarin kansainvälisistä asioista vastaavan johtajan Timo Vuoren mukaan virus iskee laitteiden osien valmistamiseen ja niiden tuontiin ja jatkovientiin. Keskeisen komponentin puute voi aiheuttaa viivästyksiä aikatauluun ja isoja menetyksiä, jos korvaavaa ei olekaan heti saatavilla. (Näveri 2020.) Koronavirus on vain yksi esimerkki osien saatavuuden yllättävästä heikkenemisestä. Osien saatavuus ei ole aina takuuvarmaa ja siksi tietyt varaosat tuleekin varastoida omassa varastossa.

Kunnossapidossa on välttämätöntä varastoida jatkuvasti tarvittavia kulutusosia sekä tuotannon kannalta hyvin kriittisiä ja vaikeasti saatavia varaosia. Pienten ja halpojen materiaalien tilaaminen yksittäiseen tarpeeseen on logistiikkakustannuksiltaan kallista. Tällaisista materiaaleista voidaan pitää käsivarastoa lähellä käyttötarvetta. (Järviö ym. 2007, 208–209.) Alla on esiteltynä Heinonkosken laatima taulukko (Taulukko 2) eri materiaalien varastoinnista ja varastojen sijoittamisesta.

Taulukko 2. Varaosien varastointi (Heinonkoski 2013, 234).

| | Alhainen arvo/kustannus | Korkea arvo/kustannus |
|----------------------|--|--|
| Iso kulutus | Varastoi lähelle prosessia | Hajauta eripuolille prosessia tai alueita varastot |
| Pieni kulutus | Koeta välttää varastointi ja luo hyvät hankintakanavat | Keskitetty varasto |

Taulukossa (Taulukko 2) ison kulutuksen osat ovat kulutusosia. Kulutusosat, joiden arvo on alhainen, voidaan varastoida lähellä prosessia, sillä niitä tullaan kuitenkin tarvitsemaan usein siellä. Arvoltaan korkeat kulutusosat tulisi hajauttaa eri puolille prosessia tai aluetta. Pienen kulutuksen osat voivat olla kriittisiä tai varmistavia varaosia. Mikäli kyseisten osien arvo on alhainen, voidaan niiden varastointia koittaa välttää ja luoda sen sijaan hyvät hankintakanavat, jolloin ehditään silti reagoimaan osan rikkoutumiseen ja välttää pitkäaikainen seisokki. Arvoltaan korkeat pienen kulutuksen osat on hyvä varastoida keskitetysti, niin että ne ovat sieltä saatavissa käyttöön tarvittaessa nopeasti.

Materiaaliostojen ja -logistiikan kustannukset ovat suuret. Ostoterät ovat pieniä ja ne työllistävät useita toimintoja. Hyvällä suunnittelulla ja ostotavalla voidaan vaikuttaa logistiikkakustannuksiin. Alhaiset hankintakustannukset ovat kustannustehokkaita. On myös kustannustehokkaampaa käyttää mahdollisimman vähän työaika materiaalin ostoon, varastointityöhön ja työmaalla käsittelyyn työn laadun kärsimättä. Kustannustehokkuutta lisäävät tuotantoviiveiden minimoiminen ennustamalla materiaalityö ennen varsinaista tarvetta sekä varaston materiaalityön optimointi mahdollisimman pieneksi kunnossapitotoiminnan kärsimättä. Kunnossapidon käyttämisestä materiaalista vain osa varastoidaan omaan varastoon. Suurin osa osista tilataan toimittajalta niiden tarpeen ilmaantuessa. (Järviö ym. 2007, 198–208.) Varaosien saatavuuteen vaikuttaa lähiseudun yritysten palvelukyky ja laitetoimittajien ja valmistajien omat varastot ja toimitusajat (Heinonkoski 2013, 203).

Varaosien varastoinnista voidaan tehdä sopimuksia erilaisten toimijoiden kanssa. Laitetoimittajilla on varastoja, joissa ne sitoutuvat pitämään asiakkaan nimeämiä varaosia, toimittamaan ne määräajassa ja huolehtimaan niiden asennuksesta. Toimittajien kanssa tehty huoltosopimus voi kattaa laitteiden kaiken materiaalin hallinnan. Kunnossapitoyritykset toimivat samalla tavalla kuin toimittajat, mutta niiden toimialue on laajempi. Varasaboolit ja -pankit ovat yritysten varaosista koottuja tietokantoja, jotka mahdollistavat varaosien lainaamisen ja takaisinmaksun toisilta yrityksiltä. Varasaboolit ja -pankit vähentävät osien päällekkäisvarastointia ja mahdollistavat hallittua riskinottoa. (Heinonkoski 2013, 204.)

4.1 Varaston järjestely ja 5S-menetelmä

Varaston toiminnan kannalta on ehdotonta, että varasto on hyvässä järjestyksessä. Varasto, jolta puuttuu varastonhoitaja, on yleensä kaoottinen, eikä sieltä löydetä

etsimäänsä. Hyvä järjestys ei kuitenkaan ole yksinään varastonhoitajan vastuulla, vaan kaikki varastoa käyttävät ovat vastuussa siitä. Huono järjestys aiheuttaa tehottomuutta, kun aikaa kuluu varastonimikkeiden etsimiseen. (Järviö ym. 2007, 209.)

5S-menetelmä on työkalu, jota käytetään kohteen puhdistamiseen ja kunnostamiseen. Menetelmän nimi tulee viidestä japaninkielisestä verbistä, joista jokainen on oma työkalunsa. (Järviö & Lehtiö 2017, 119.) Alla on esiteltynä jokainen viidestä työkalusta toteutusjärjestyksessä.

Lajittelu (seiri). Työpisteestä poistetaan kaikki tarpeettomat tavarat ja materiaalit. Poistettavia tarvikkeita ovat tarpeettomat osat, kuten edellisistä töistä yli jääneet osat ja tarvikkeet. Poistetaan myös osat, joita ei käytetä, mutta jotka on merkitty tarpeellisiksi. Luovutaan tavoista ja ohjeista, jotka kerryttävät tarpeettomia varastoja. Kun työpisteessä on vain työn kannalta tarpeelliset tavarat ja materiaalit, työtehtävien tekeminen helpottuu ja tilankäyttö tehostuu. (Järviö & Lehtiö 2017, 119.)

Järjestys (seiton). Työpisteeseen jääville tavaroille tehdään omat säilytyspaikat. Säilytyspaikat tehdään niin että tavarat ovat nopeasti otettavissa ja palautettavissa paikalleen. Paikkoihin merkitään niiden sisältö, jotta kaikki tietävät, mitä sinne kuuluu. Jokaisella säilytyspaikalla tulee olla selkeä nimi tai osoite ja siellä pitää olla lista säilytettävistä tavaroista, niiden määrästä ja tilausohjeet niille. (Järviö & Lehtiö 2017, 120.)

Siivous (seiso). Jokainen huolehtii omista tekemisistään siten, että työpiste pysyy siistinä. Pidetään huolta niin lattioiden ja seinien puhtaudesta, kuin myös koneiden ja niiden toimintaympäristön puhtaudesta. Jokaiselle työpisteelle nimetään puhtaudesta vastaava henkilö. (Järviö & Lehtiö 2017, 120.)

Ohjeistus (seiketsu). Määritellään, mitä siisteys tarkoittaa ja miten sitä mitataan. Estävätkö ihmiset paikkojen likaantumista vai annetaanko niiden likaantua ennen kuin siivotaan. (Järviö & Lehtiö 2017, 120–121.)

Sitoutuminen (shitsuke). Tarkoittaa positiivista halua noudattaa sovittuja sääntöjä. Tavoitteena on muuttaa ihmisten ajattelutapa, niin että työpisteen järjestys säilyy ja jopa paranee ilman, että esimiesten tarvitsee kiinnittää siihen huomiota. Ihmiset kannustavat toisiaan pitämään paikat puhtaina ja tavarat järjestyksessä. Ihmisten tulee kokea sovitut säännöt mielekkäiksi ja noudattaa niitä. (Järviö & Lehtiö 2017, 121.)

4.2 Varastokirjanpito

Varastokirjanpitoa varten on olemassa tietojärjestelmiä. Tietojärjestelmällä voidaan valvoa eri paikoissa sijaitsevia varastoja kokonaisvaltaisesti, sillä kaikki tiedot löytyvät sieltä. Tiedon keruun avulla tiedetään varastojen sisältö ja määrä, varaston sijainti, varaosien käyttötarkoitus, varaston arvo ja varaston kiertonopeus. (Heinonkoski 2013, 203–204.) Jokainen varastoitava materiaali tarvitsee oman yksilöivän materiaalinimikkeensä. Nimikkeellä on materiaalin tunnistamiseen tarvittavat tiedot, jotka ovat:

- nimikekoodi
- hakunimi
- tuoteryhmäkoodi
- nimi
- tyyppi
- koko
- tarvittavat lisävarusteet
- lisätiedot
- valmistajan tieto
- toimittajan tieto
- varastoinnin edellyttämät tiedot (Järviö ym. 2007, 211.)

Materiaalinimike on aina tehtävä ennen kuin siitä voi pitää varastokirjanpitoa. Nimikekoodilla voidaan seurata materiaalin kustannuksia ja kulutusta sekä suunnitella ja optimoida ostoja ja varastomääriä raporttien avulla. Nimikkeen tietosisällön on oltava niin yksilöivä, että sen avulla voidaan etsiä alkuperäisen osan korvaava osa, mikäli alkuperäistä ei ole saatavissa. (Järviö ym. 2007, 211.)

Varastokirjanpidon mahdollistamiseksi tietojärjestelmän nimiketietoihin viedään nimikkeen varasto ja varastopaikka, varastointiyksikkö, nimikkeen arvo, kriittisyysluokka, minimi-tilausraja ja tilauserä. Nämä tiedot ovat tärkeitä varaston pääoman ja varastotäydennysten hallitsemiseksi. Varastontäydennyksiä voidaan ohjata kunnossapidon tietojärjestelmän avulla. Järjestelmä tekee automaattisesti ostotilausehdotuksen, jossa on kaikki nimikkeet, joiden varastosaldo alittaa sille asetetun minimi-tilausrajan. Ostojen automatisoinnilla voidaan varmistaa varaston toimintakykyä ja helpottaa varaston hoitoa. (Järviö ym. 2007, 209–210.)

Heinonkosken (2013, 203) mukaan varaosien varastoinnissa tulee ottaa huomioon seuraavat seikat:

- *Tarvikkeen käyttökohde, tarkoitus ja nimitys. Tarkka käyttökohde ja sen ilmoittaminen tunnuksilla helpottaa ylläpitoa ja tarvittaessa oikean varaosan ja tarvikkeen löytämistä.*
- *Arvioitu kulutus, jonka tulee perustua vikaseurantaan.*
- *Tilausrajat asetetaan oikean toimituserän ja tunnetun tai arvioidun kulutuksen perusteella.*
- *Varastosaldojen hälytysrajat varoittavat materiaalin vähenemisestä, jotta puute ei aiheuttaisi turhia tuotannon katkoksia.*
- *Hankintapaikka.*
- *Hinta.*
- *Korvaava osa, jos alkuperäistä ei ole saatavilla. Korvaavan osan kohdalta on löydettävä määritelmät, mitä ominaisuuksia korvaavalla osalla on suhteessa alkuperäisen osan keston ja käytettävyyden tai luotettavuuden suhteen.*

Edellä mainitut seikat tulisi kirjata ylös jokaisesta osasta. Laitoksella käytössä olevasta ARROW Maint kunnossapitojärjestelmästä löytyy varasto-ohjelma, johon varaosat voidaan kirjata ja niiden kulutusta voidaan seurata. Arrowiin voidaan kirjata seuraavat tiedot osista:

- tunniste
- nimi
- luokka
- ryhmä
- tyyppi
- toimittajan koodi
- toimittajat
- valmistaja
- sijainti/paikka
- tilauserä
- hinta
- hälytysraja
- tilauserätteet
- tili

- määrä
- yksikkö
- lisätiedot
- arvo
- ABC-luokka.

Arrowiin pystytään täyttämään kaikki vaaditut tiedot. Materiaalien tiedot kannattaa syöttää sinne, sillä Arrowiin avulla voidaan ylläpitää tehokkaasti varaosavarastoa. Arrowissa on myös tilausten ohjaustoiminto, joka helpottaa tilausten tekemistä.

4.3 Varaosien tunnistaminen

Varaston sujuva toiminta edellyttää jatkuvaa hoitoa ja täsmällistä kirjanpitoa. Varaston kirjanpito pysyy hyvänä, kun kaikki mitä otetaan tai tuodaan, kirjataan heti ja oikein. Kirjaamatta jättäminen tai myöhemmin kirjaaminen aiheuttavat ongelmia. (Järviö ym. 2007, 209.) Kannettavilla tiedonkeruupäätteillä ja viivakoodeilla voidaan nopeuttaa tietojen syöttämistä, sekä välttää tietojen virheellistä syöttöä (Heinonkoski 2013, 203). Arrowissa jokaiselle materiaalille annetaan tunniste. Tunnisteen avulla on todennäköisesti nopeinta kirjata osa manuaalisesti järjestelmään. Tunnisteen tulee kuitenkin olla riittävän yksinkertainen virhelyöntien välttämiseksi. Materiaalit voidaan tunnistaa nopeammin ja varmemmin käyttämällä viivakoodeja.

Viivakoodit ovat elektronisesti luettavia etikettejä, jotka sisältävät tietoa materiaalista. Logistiikassa viivakoodit auttavat materiaalin tunnistamisessa, jäljittämisessä, prosessoinnissa ja jakelussa. (Stough 2001, Pastinen ym. 2003, 113 mukaan.) Viivakoodien tärkeimpiä etuja ovat: tallennettujen tietojen oikeellisuus, tiedonsyötön nopeus, luennan helppous ja teknologian edullisuus. Viivakoodit luetaan harvoin väärin verrattuna manuaalisesti syötettyyn tietoon. Niiden lukeminen on myös paljon nopeampaa ja helpompaa kuin tietojen manuaalinen syöttäminen. Viivakoodien käyttö on myös edullista, sillä suurin osa kustannuksista syntyy lukijalaitteista. Viivakoodit eivät kuitenkaan sovi vaikeisiin olosuhteisiin, joissa niiden luettavuus kärsii. (Pastinen ym. 2003, 114.)

5 TOTEUTUS

Työssä luotiin lähtökohdat sille, että laitokselle pystytään luomaan toimiva varaosajärjestelmä ja se voidaan toteuttaa vastaavalla tavalla laitoksen muille osille jatkossa. Seuraavaksi on esitelty ABC-analyysien ja varaston suunnittelun toteutus.

5.1 ABC-analyysit

Tavoitteena ABC-analyysille on löytää tarvittavat varaosat samanaikaisesti minimoimalla varaosista aiheutuvia kustannuksia. ABC-analyyseja lähdettiin tekemään tuotantolinja kerrallaan aloittamalla tuoretehtaan tuotantolinjoista. Ensimmäisten linjojen/laitteiden kohdalla käytiin läpi kaikki varaosat ja luokiteltiin ne ABC-analyysin avulla A-, B- ja C-luokkiin. Lopuksi jäi tuoretehtaan suurimmat tuotantolinjat, joille olisi ollut työlästä tehdä samanlainen menettely, joten niihin pyrittiin selvittämään vain tärkeät osat. Jäljelle jäi myös laitteita, jotka eivät ole tuotannon kannalta kriittisiä. Niihinkään ei tehty ABC-analyyseja, koska se nähtiin tarpeettomana, mutta myös niille selvitettiin tärkeät osat. Analyysit tehtiin kunnossapidon henkilökunnan ja kunnossapitopäällikön kanssa ja ne toteutettiin 13 tapaamisen aikana. Yhden tapaamisen aikana käsiteltiin kokonainen tuotantolinja tai laitekokonaisuuksia.

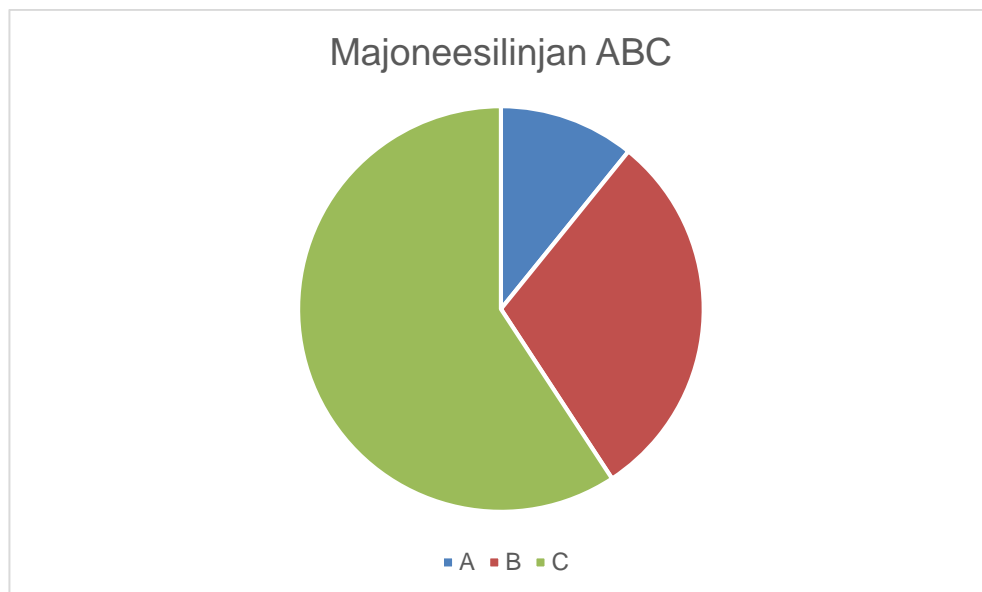
ABC-analyyseja varten koottiin laitteiden osista listat niiden käyttöohjeiden avulla. Kaikille laitteille ei löytynyt käyttöohjeita ja osassa käyttöohjeita ei ollut laitteen osia listattuna, joten oli mahdotonta koostaa laitteen osista listaa analyysia varten. Käyttöohjeissa on usein myös määritelty esimerkiksi pumpput kokonaisuuksina ja vaikka joidenkin laitteiden kohdalla kannattaakin pitää toista pumppua varaosana, niin on halvempaa ostaa pumppuun varaosia. Näin ollen ei kuitenkaan saada analyysia varten kaikkia osia listattua, ellei etsitä pumpullekin käyttöohjetta. ABC-analyyseissa käytettiin kriittisyyden määrittämisen apuna laitevalmistajien varaosalistoja, kunnossapitohenkilökunnan kokemuksia ja aiempaa huoltohistoriaa laitteelle. Laitteita verrattiin myös muihin samankaltaisiin laitteisiin ja niiden kriittisiin osiin. Huomattiin, että samankaltaiset osat, kuten valokennot ja muut anturit, ovat kriittisimpiä osia suuressa osassa laitteita.

A-luokan osia analyyseissa olivat mm. laitekohtaiset erityisosat, erilaiset anturit ja jotkin sylinterit ja venttiilit. Joitakin osia, kuten antureita, sylintereitä ja venttiileitä on samanlaisia eri laitteilla. Niitä ei kannata varastoida erikseen jokaiselle laitteelle vaan pitää

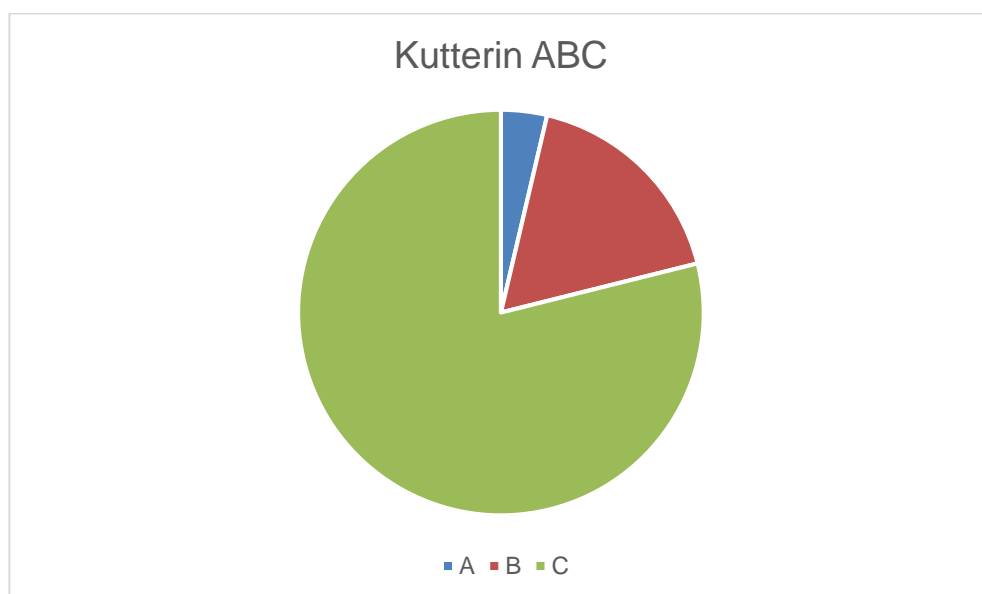
muutama osa varastossa ja kirjata Arrowiin kaikki laitteet, johon ne sopivat. A-luokan osat ovat kriittisiä osia ja niiden toimitusaika voi olla pidempi, joten ne tulee löytyä varaosavarastosta. B-luokan osia olivat mm. erilaiset tiivisteet, laakerit ja hihnat. B-luokan osat ovat laitteen toiminnan kannalta välttämättömiä, mutta ne ovat yleisiä osia, jotka ovat saatavilla lähialueen yrityksiltä. Joitain B-luokankin osia voidaan pitää varastossa, varsinkin jos niiden kulutus on suurta. Kaikki osat eivät noudattaneet edellä mainittua luokittelua, vaan oli tiivisteitä, jotka luokiteltiin A-luokkaan ja antureita, jotka luokiteltiin B-luokkaan.

Laitekohtainen kriittisyys vaikutti siihen, kuinka paljon varaosia määritettiin kriittisiksi laitteille. Laittevalmistajat toimittavat usein oman suosituksensa varaosista ja niiden laitteiden kohdalla, joihin sellainen oli toimitettu, päädyttiin noudattamaan sitä ja mahdollisesti lisäämään joitakin varaosia. Aiempi huoltohistoria laitteille löytyy Arrowista ja sinne on kirjattu huoltojen yhteydessä vaihdetut osat. Huoltohistoriaan kirjatusta osista koostettiin lista rikkoutuneista osista ja sitä käytettiin apuna kulutusosien ja kriittisten osien määrittämisessä. Kunnossapidonhenkilökunnasta oli merkittävä apu, sillä heillä oli kokemusta huoltojen yhteydessä vaihdetuista osista ja muutenkin laitteen toiminnan kannalta välttämättömistä osista.

ABC-analyysien pohjalta saatiin lista varaosista, jotka ovat laitoksen toiminnan kannalta kriittisiä. Osille kerättiin mahdollisimman tarkat tiedot tutkimalla käyttöohjeita, olemassa olevia varaosia ja laitteiden alkuperäisiä osia. Tietoja haettiin myös aiemmin tehdyistä tilauksista. Listasta tehtiin sellainen, että se voidaan helposti siirtää Arrowiin kaikkien saataville. Listaan kirjattiin myös tunnuslukuehdotukset osille. Listatut varaosat tulisi löytyä varaosavarastosta tai varmistaa niiden nopea saatavuus rikkoutuessa. Kaikki listatut osat eivät ole yhtä kriittisiä ja osa osista on helposti saatavia. Sen sijaan laitetoimittajien omat erikoisosat, tulisi olla omassa varastossa, koska niiden saatavuus on huonompi. Alla on kuvattuna ABC-analyysien avulla saadut kaksi eri ABC-jakaumaa (Kuvio 1 & 2). Toinen niistä on koko majoneesilinjan osista koostettu, ja toinen yksittäisen kutterin osista.



Kuvio 1. Majoneesilinjan osien ABC-jakauma.



Kuvio 2. Kutterin osien ABC-jakauma.

Kutterin ABC-jakaumasta (Kuvio 2) on havaittavissa, että siinä on huomattavasti vähemmän A-luokan osia kuin majoneesilinjan ABC-jakaumassa (Kuvio 1), koska kyseessä on yksittäinen laite. Osien suhteesta on kuitenkin havaittavissa, että majoneesilinjalla on paljon enemmän A- ja B-luokan osia suhteessa C-luokan osiin. Tämä johtuu siitä, että majoneesilinja on kriittisempi tuotannon kannalta. Majoneesilinjan laitteissa ei myöskään ole niin paljon osia ja niistä moni on tärkeitä. Voikin olla, että majoneesilinjan kohdalla

linjan kriittisyys on vaikuttanut niin, että osia on helpommin määritelty tärkeiksi. Kutterin ABC-jakauma on lähempänä ABC-analyysissä mainittua 20/80 sääntöä. Majoneesilinja on ainoa kokonainen tuotantolinja, jonka kaikki osat jaettiin A-, B- ja C-luokkiin, joten sitä ei voida verrata muihin linjoihin.

5.2 Materiaalilogistiikka

Osien tunnistamisen helpottamiseksi niille luotiin tunnusluvut. Tunnusluvut helpottavat osien kirjaamista Arrowiin, kun ne on siirretty sinne. Tunnusluvut tehtiin yhdenmukaisiksi laitoksella jo käytettyjen tunnuslukujen kanssa. Laitoksen säilykepakkaamon varaosien tunnusluvut alkavat 1000:sta ja jatkuvat ylöspäin. Tuoretehtaan varaosia on kirjattu välille 2000–2200. Tuoretehtaan varaosien kohdalla numerointia voidaan jatkaa 2200:sta ylöspäin. Sinappilinjan osat kannattaa merkitä 4000:sta ylöspäin, jotta kaikki tuoretehtaan osat voidaan merkitä välille 2200–4000. ABC-analyyseista saatuun listaan kriittisistä osista on merkitty tunnusluvut edellä mainitulla tavalla. Osat on merkitty laitekohdaisesti, jolloin tunnusluvusta voi päätellä mihin laitteeseen mikäkin osa kuuluu.

Tunnuslukujen kohdalla työntekijöiden näkemys oli, että tunnusluku olisi mieluusti mahdollisimman lyhyt, jotta sen kirjaaminen olisi sujuvampaa ja virhelyöntien todennäköisyys pienenisi. Varaosavarastoon tulisi myös saada tietokone, jolla käytetyt osat voitaisiin heti kirjata Arrowiin, jotta inventaario pysyisi ajan tasalla. Osien hankinta helpottuisi jatkossa, kun osat löytyisivät Arrowista. Osien tarpeen selvittäminen edellyttää, että työntekijät kirjaavat kunnossapitotöissä vaihtamansa osat. Kunnossapidon suorittamista tehostaa muutenkin tehtyjen töiden tarkka dokumentointi, sillä niitä voidaan käyttää apuna vikatilanteissa ja tarvittavia osia selvitetessä. Dokumentoinnin avulla saadaan mahdollisimman paljon tietoa nopeasti, jolloin voidaan lyhentää seisokkiaikaa.

Varaosille suunniteltiin hankittaviksi laatikoita, joissa varaosat ovat ja joihin merkittäisiin varaosan tunnusluku. ABC-analyyseissa selvisi osia, jotka käyvät useampaan eri laitteeseen. Tällaiset osat voidaan varastoida kaikki samaan laatikkoon ja saman tunnusluvun alle, kunhan Arrowiin merkitään kaikki laitteet, joihin se käy. Tunnuslukujen lisäksi Arrowiin kirjattavien tietojen tulee olla tarpeeksi yksilöiviä, jotta osa voidaan tunnistaa myös ilman tunnuslukua.

Tällä hetkellä varaosavarasto sisältää paljon varaosia ja ne on lajiteltu tuotantolinjoittain. Varastossa on tarpeettomia osia, minkä lisäksi jotkin osat ovat laatikoiden pohjalla

huomaamattomissa. Varasto tulisi siistiä ja sinä voidaan käyttää apuna aiemmin esiteltyä 5S-menetelmää. Menetelmää voidaan käyttää supistettuna, kolme ensimmäistä kohtaa ovat siistimisen kannalta oleellisempia, loput kaksi lähinnä ohjeistamisen ja asenteiden kannalta. Oleellista olisi kuitenkin käydä varastossa olevat varaosat läpi ja poistaa sieltä vanhat ja tarpeettomat osat. Kun varaosat on käyty läpi, ne voidaan järjestellä uudestaan tunnuslukujen ja Arrowin avulla. Varastolle tulisi nimetä vastuhenkilö, joka vastaa varaston siisteydestä ja ylläpidosta.

Varaston hyllyköille luotiin paikkatiedot, joiden avulla osat on helppo löytää. Paikkatietojen luomisessa käytettiin mallina laitoksella jo olevaa säilykepakkaamon varaosavarastoa, minkä lisäksi keskusteltiin kunnossapidon henkilöstön kanssa heidän näkemyksistään. Paikkatiedot merkitään seuraavasti:

- Hyllyrivit koodataan numeroilla 1–5.
- Hyllyrivin hyllykkö merkitään kirjaimella alkaen A:sta
- Hylly merkitään numerolla ylhäältä alaspäin, ylin 1.

Esimerkiksi ensimmäisen hyllyrivin ensimmäisen hyllykön ylähylly merkittäisiin 1A1. Työn liitteenä (Liite1) on varastolle tehty pohjapiirustus, jossa on esitetty kyseinen tapa hyllyjen paikkatietojen nimeämiseksi. Pohjapiirustus voidaan myös laittaa näkyville varastoon, jolloin voidaan tarkistaa mikä hyllypaikka löytyy mistäkin. Osia ei erikseen kannata lähteä siirtelemään paljon nykyisiltä paikoiltaan, ellei se ole välttämätöntä, näin ollen on helpompi totuttautua uuteen järjestelmään. Esimerkiksi majoneesilinjan osat, jotka ovat nyt paikalla 4B voisivat olla siellä jatkossakin, ne vain järjesteltäisiin paremmin.

6 TULOSTEN TARKASTELU

Työn tavoitteena oli selvittää Oy Lunden Ab Jalostajan tuotantolaitokselle kriittiset varaosat ABC-analyysien ja muiden menetelmien avulla. Lisäksi tavoitteena oli selkiyttää varaosien tunnistamista ja niiden varastointia. Kriittisten varaosien määrittämisessä käytettiin ABC-analyysia ja sen lisäksi muita Heinonkosken kirjassa Kone- ja prosessiautomaation kunnossapito mainittuja kriittisyyden arvioinnin kriteerejä. ABC-analyysi oli toimiva menetelmä laitteille, joiden varaosat olivat listattuna käyttöohjeisiin ja niitä oli suhteellisen vähän, eli muutamia satoja. Suurimpaan osaan laitteista ei kuitenkaan löytynyt kaikkia osia käyttöohjeesta. Isommille laitekokonaisuuksille analyysi olisi ollut liian työläs ja aikaa vievä, joten sitä ei tehty niille. Isoille laitekokonaisuuksille määritettiin tarvittavat varaosat muiden kriittisyyden arvioinnin keinojen avulla. Linjoilla, joille ei tehty ABC-analyysia on olemassa riski, että joitain osia on jäänyt selvittämättä. Toisaalta ABC-analyysia tehdessä, jokin osa on myös saatettu arvioida alempaan luokkaan kuin, mihin se lopulta kuuluisi.

Työn tuloksena saatiin lista tuoretehtaan ja sinappilinjan tarpeellisista varaosista. Lista koostettiin Microsoft Excelillä, koska siitä ne pitäisi olla helposti siirrettävissä Arrowiin. Osista pyrittiin keräämään mahdollisimman kattavat tiedot. Varaosien hankintakanavia ei kuitenkaan kartoitettu vaan se jäi kunnossapitohenkilökunnan tehtäväksi. Sivutuotteena syntyi myös kattavammat listat laitteiden varaosista, joista selvitettiin kriittiset osat. ABC-analyysien teossa oli tavoitteena, että laitoksen kunnossapitohenkilökunta pystyy tehtyjen analyysien ja tämän työn pohjalta tekemään analyysit säilyketehtaan puolelle ja näin ollen käymään läpi koko laitoksen varaosat.

Laitteiden osien selvittäminen vei paljon aikaa. Osien tietoja pyrittiin keräämään kaikista saatavilla olevista lähteistä, mutta osien toimittajilta päätettiin olla kysymättä tietoja. Listatuista osista jäi paljon tietoa keräämättä, koska joidenkin osien tutkiminen olisi vaatinut laitteen purkamista eikä niitä ollut myöskään aiemmin ollut laitoksella. Käyttöohjeissa ei yleensä ollut osien tarkkoja tietoja, vaan niissä oli osan nimi ja toimittajan osanumero, joten niistä ei ollut kovinkaan paljon apua osien tarkkojen tietojen keräämisessä. Oli myös hankalaa yhdistää osien tiedot tarvittavaan osaan, koska aiempaa kokemusta laitoksen laitteista ja niiden varaosista ei ollut. Kunnossapitohenkilökunnalta oli ajoittain hankala saada apua kiireiden takia. Laitoksella on vanhoja laitteita, joille ei löytynyt käyttöohjeita ja niiden osat ovat vanhoja, joten samanlaista osaa tuskin on enää saatavilla.

Vanhojen osien listaamisesta ei ole niin paljon hyötyä. Arrowiin on kirjattu huoltoja, mutta koska se on otettu käyttöön muutama vuosi sitten, suuri osa tehdyistä huolloista on kunnossapitäjien muistissa.

Varastoinnista tehtiin lähinnä suunnitelmia ja kerättiin erilaisia näkemyksiä, joiden pohjalta varastoa voidaan lähteä uudistamaan jatkossa. Varastointiin etsittiin ohjeita ja tietoja kunnossapidon kirjoista, ja sen pohjalta tehtiin parannusehdotuksia varastointiin. Varastoinnissa otettiin huomioon myös laitoksella olevat käytännöt. Varasto tulisi ainakin siivota, vaikka työssä esitellyn 5S menetelmän mukaan. Varastolle kannattaa myös nimetä vastuhenkilö. Lisäksi varaston ylläpidon kannalta olisi tärkeää, että osat on kirjattu Arrowiin ja ne merkitään, kun ne otetaan varastosta. Laitteiden huoltohistoriaa tutkittaessa huomattiin, että huolloissa käytettyjen osien tarkkojen tietojen kirjaaminen on hiipunut siitä, mitä se on ollut, kun Arrow otettiin käyttöön. Varaosien kulutusta seurattaessa olisi tärkeää, että Arrowista löytyisi tiedot käytetyistä varaosista. Samalla huomattaisiin osat, jotka on mahdollisesti sivuutettu ABC-analyysien yhteydessä. Osien kirjaamista kunnossapitotöihin helpottaisi se, että osat olisi listattu Arrowiin ja ne voidaan hakea sieltä työtä kirjattaessa sen sijaan, että osan tiedot kirjataan käsin. Jos varaosien tarvetta halutaan ennustaa, on ne kirjattava Arrowiin tehtyjen töiden oheen.

Varastointia varten tehdyt suunnitelmat ovat helposti toteutettavissa, mutta tarvittavat toimenpiteet ovat työläitä, mikä saattaa johtaa siihen, että ne jäävät tekemättä tai ne tehdään huolimattomasti. Voi olla myös hankalaa löytää aikaa toimenpiteiden suorittamiselle muiden kunnossapitotöiden lomassa. Varaston siivouksen aikana varaston käyttäminen on hankalaa ja jos siivoaminen kestää kauan tulee siitä ylimääräistä harmia, kun osia ei löydykään yhtä helposti. Listatut osat pitäisi pystyä siirtämään suoraan Arrowiin Excelillä tehdystä listasta, mutta listan tietoja joudutaan täydentämään, jos niiden pohjalta halutaan tehdä tilauksia. Arrowilla voidaan seurata osien varastotilannetta, mutta jos osien kirjaamisesta lipsutaan niin kirjanpito ei enää vastaakaan todellisuutta.

Kaiken kaikkiaan työn lopputulos oli tyydyttävä. Jalostajalta toivottiin, että kriittiset varaosat saataisiin selvitettyä ja ne onkin nyt selvitetty ja listattu. Listaan jäi vielä täydennettävää, mutta sen pohjalta voidaan kuitenkin lähteä tekemään hankintoja ja ottaa siinä kirjattuja osia huomioon seisokkien välttämiseksi. Toinen toivomus Jalostajan puolelta oli, että laitoksen osat lisättäisiin Arrowiin. Arrowin nimi vaihtui työn loppupuolella Pinjaksi fuusioitumisen takia. Osista kerätty lista voidaan siirtää Arrowiin, mutta on helpointa, kun joku Pinjan asiantuntija tekee sen. Varastossa olevat varaosat käytiin työn aikana läpi ja niistä on kirjattu tiedot ylös.

LÄHTEET

Aalto, H. 1994. Kunnossapitotekniikan perusteet. Rajamäki: Kunnossapitoyhdistys ry.

Arrow engineering 2020. Arrow Maint. Arrow knowledge base. Viitattu 6.4.2020
<https://knowledge.arroweng.fi/arrow-maint-perusj%C3%A4rjestelm%C3%A4>

Heinonkoski, R. 2013. Kone- ja prosessiautomaation kunnossapito. Tampere: Opetushallitus.

Jalostaja 2020. Yritys. Viitattu 10.4.2020 <https://www.jalostaja.fi/> > Yritys

Järviö, J. & Lehtiö, T. 2017. Kunnossapito tuotanto-omaisuuden hoitaminen. 6., täydennetty painos. Helsinki: Promaint ry.

Järviö, J.; Piispa, T.; Parantainen, T.; Åström, T. 2007. Kunnossapito. 4., uudistettu painos. Helsinki: KP-Media Oy.

Näveri, A. 2020. Koronavirus iskee myös Euroopan talouteen: Yritykset ennakoivat kyselyssä isoja menetyksiä alkuvuodelle, Suomessa harmia teollisuudelle. Yle 29.2.2020. Saatavilla <https://yle.fi/uutiset/3-11234654> Viitattu 11.4.2020

Pastinen, I.; Mäntynen, J. & Koskinen, L. 2003. Kaupan ja teollisuuden logistiikka. Tampere: Tampereen teknillinen yliopisto.

PSK 6201:2011. Kunnossapito. Käsitteet ja määritelmät. 3. painos. Helsinki: PSK Prosessiteollisuuden standardoimiskeskus.

SFS-EN 13306:2017 Kunnossapito. Kunnossapidon terminologia. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto.

Varaston pohjapiirustus

